

Uso de conectores y vocabulario espontáneo en la argumentación escrita: aportes a la alfabetización científica

Pablo Antonio Archila

Instituto Superior de Pedagogía. Universidad Autónoma de Colombia. Bogotá, D. C. Colombia.

pabloantonioarchila@yahoo.fr

[Recibido en noviembre de 2014, aceptado en marzo de 2015]

En este estudio se asume la argumentación escrita como una habilidad cognitivo-lingüística que favorece la alfabetización científica. Bajo esta premisa, el uso variado de conectores y el empleo de términos y datos científicos como parte del vocabulario resultan sustanciales en la comunicación escrita dentro del ámbito de la ciencia escolar. En esta investigación se analiza el empleo de conectores y vocabulario realizado por cuatro estudiantes (entre 9 y 16 años de edad) a quienes se les propuso escribir espontáneamente (sin intervención del profesor) un cuento que incluyera las ciencias de la naturaleza. Los resultados indican que en los cuatro casos, los estudiantes carecen de un uso variado de conectores en el enlace de sus ideas, lo cual afecta la articulación y orientación del escrito. Frente al vocabulario científico empleado, en esta investigación se identificó que de manera espontánea los cuatro casos utilizan términos científicos en sus escritos. Sin embargo, se determinó un uso limitado de datos de tipo científico. Finalmente, se enfatiza en la necesidad de realizar investigaciones acerca de cómo emplear en la práctica escolar los conectores y el vocabulario espontáneo de los estudiantes para enriquecer su alfabetización científica a través de la argumentación escrita.

Palabras clave: Argumentación escrita; alfabetización científica; conector; vocabulario.

The spontaneous use of connectors and vocabulary in written argumentation: contributions to science literacy

This research assumes written argumentation as a cognitive-linguistic ability that promotes scientific literacy. The proper use of connectors and scientific data is essential for written communication in science education. This exploration concerns about the spontaneous use (without instructional intervention) of connectors and vocabulary of four students (9 to 16 years old) when they write a short story including science. The results indicate that in all four cases, students lack a varied use of words to connect ideas, which affects the writing comprehension. In addition, all four cases spontaneously use scientific terms to make a writing task. Nonetheless, a limited use of scientific data was identified. Finally, results confirm the necessity of more research in order to determine how to use spontaneous connectors and vocabulary to enrich students' scientific literacy through written argumentation.

Keywords: Written argumentation; science literacy; connector; vocabulary.

Introducción y objetivos

“El término “alfabetización científica” fue adoptado a finales de 1950 y, muy probablemente, apareció en medio impreso por primera vez cuando Paul Hurd (Hurd, 1958) lo utilizó en una publicación titulada *Alfabetización científica: su significado para la escuela americana* (DeBoer, 1991; Roberts, 1983)” (Laugksch, 2000:72). En esta comunicación se emplea AC para referir a Alfabetización Científica. Iniciativas dedicadas a la argumentación en ciencias (Buty y Plantin, 2008a; Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007a; Khine, 2012; Kuhn, 1992; Muller y Perret-Clermont, 2009) confirman a la argumentación oral y escrita como un elemento promisorio en el fomento de la AC. En efecto, tanto la argumentación escrita (Heitmann *et al.*, 2014) como la AC (Bauer, 2015; Garmendia y Guisasola, 2015) forman parte de propuestas actuales de investigación.

Al respecto, Erduran y Jiménez-Aleixandre (2007b), Halliday y Martin (1993), Hand (2007), Hand y Prain (2012), Kelly *et al.* (2007), Sandoval y Millwood (2005) y Takao y Kelly (2003) reconocen los beneficios de la argumentación escrita, pues mencionan que los estudiantes

pueden aprender ciencias a partir de la escritura, la lectura y la realización de sugerencias a los textos elaborados por los compañeros de clase. Esta visión coincide con Ritchie *et al.* (2011), quienes han encontrado que a los estudiantes les resulta interesante escribir pequeñas historias en el campo de las ciencias cuando la temática está vinculada con su realidad inmediata. Sin embargo, “la escritura en ciencias recibe poca atención por parte de muchas prácticas escolares, con lo cual es imperativo realizar avances al respecto” (Cervetti *et al.*, 2012:653).

Por otra parte, Archila (citado por Adúriz-Bravo, 2014) sostiene que, el estudio de la argumentación en el ámbito de la educación en ciencias, demanda un conocimiento de la argumentación bajo la mirada de las ciencias del lenguaje, debido a que en esta última se ubican fundamentos benéficos para el diseño de propuestas didácticas que se interesen por el fomento de la argumentación en ciencias. De este modo, los conectores y el vocabulario (entre otros componentes) determinan el sentido de la argumentación escrita (Plantín y Muñoz, 2011). Igualmente, conviene considerar que el uso de vocabulario científico no prueba necesariamente, que los estudiantes comprendan su significado (Quicke y Winter, 1994).

Bajo el marco de las reflexiones anteriores, el estudio tiene dos objetivos, a saber: (i) conocer los conectores y el vocabulario que los estudiantes emplean espontáneamente y (ii) resaltar la pertinencia de continuar con trabajos que desvelen la posible utilidad de los conectores y el vocabulario espontáneo, en la argumentación escrita, como una vía (entre otras) para promover la AC fundada a partir del reconocimiento de las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. En esta investigación el término, “espontáneo”, se emplea para indicar que no hay intervención del profesor.

Los propósitos de esta investigación conllevan a asumir la escritura como una herramienta de aprendizaje de las ciencias (Hand y Prain, 2012; Tynjala *et al.*, 2001). Similar a un estudio de cuatro casos realizado por Kelly *et al.* (2007) en relación a la argumentación escrita, aquí se estudiaron los conectores y el vocabulario manifestado por cuatro estudiantes entre los 9 y 16 años de edad en la escritura espontánea (Levin y Wagner, 2006), de cuentos relacionados con las ciencias de la naturaleza. En este sentido, Corson (1984) afirma que en la comunicación espontánea entre estudiantes de 12 y 15 años de edad se ha identificado el empleo de vocabulario relacionado con las ciencias de la naturaleza, al tiempo que Plantín y Muñoz (2011) llaman la atención sobre las dificultades de los estudiantes para emplear conectores apropiadamente en la elaboración de textos argumentativos.

Desafíos de la AC: una mirada desde las prácticas escolares

Laugksch (2000:71) se refiere a la AC como un “eslogan, palabra de moda, lema y meta de la educación contemporánea” y ha identificado diversas interpretaciones, por ejemplo: (i) la AC “representa lo que el público en general debe saber acerca de la ciencia” (Durant, 1993:129), (ii) “comúnmente implica una apreciación de la naturaleza, sus objetivos y limitaciones junto con cierta comprensión de las ideas científicas más importantes” (Jenkins, 1994:5345). A su vez, Acevedo *et al.* (2005) y Cajas (2001) amplían el concepto refiriéndose a *alfabetización científica y tecnológica*, lo cual denota otra perspectiva. En tal sentido, es prudente señalar la divergencia en el uso de esta denominación.

Mayer (2002) y Roberts (2007) proponen una distinción entre los términos “science literacy” y “scientific literacy”. El primero se refiere a la *divulgación científica* y el segundo a la *alfabetización científica*, en efecto, se alude a dos enfoques claramente diferentes. Estas variadas interpretaciones confirman que, en la actual comunidad interesada por la investigación en didáctica de las ciencias, no hay acuerdo sobre la definición de AC (Roberts, 2003, 2007).

Posiblemente la falta de consenso es una de las razones por las cuales en las prácticas escolares la AC se asuma erróneamente como “simple” (Smith *et al.*, 2012:127), reducida al acto de leer y escribir en ciencias, cuando en realidad se trata de algo más elaborado y sustancial para potenciar los aprendizajes, favorecer la equidad (Atwater *et al.*, 2014) e inclusión social (Chassot, 2003). Esta problemática provoca que en la actualidad “los profesores soliciten la identificación y el desarrollo de estrategias de enseñanza y aprendizaje que promuevan la alfabetización científica” (Ritchie *et al.*, 2011:686).

En esta investigación se adopta la visión de AC para la formación de una ciudadanía crítica y responsable (Acevedo, 2004; Désautels y Larochelle, 2003; Holbrook y Rannikmae, 2007; Molina *et al.*, 2014) que comprende el lenguaje de las ciencias y el rol de esta en la sociedad (Roberts, 2007). Este estudio centra especial atención en la comprensión del lenguaje de las ciencias, a través de la argumentación escrita, en donde reconocer los conectores y vocabulario que los estudiantes emplean de manera espontánea, cuando elaboran escritos en relación a las ciencias, podría constituir un insumo en el diseño de estrategias escolares dedicadas al fomento de la AC.

La argumentación escrita: una vía hacia la AC

Estudios realizados por Lee *et al.* (2009), Lin *et al.* (2014) y Tsai y Wen (2005), posicionan a la argumentación como una tendencia en investigación de las últimas dos décadas, en las cuales se ha constatado la existencia de:

dos perspectivas (tendencias) de investigación bien diferenciadas acerca de la argumentación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias; la primera tiene que ver con *fundamentos teóricos* [...] La segunda se refiere al estudio de las *prácticas argumentativas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. (Archila, 2012:364)

Respecto a las contribuciones que la argumentación le ofrece a la educación en ciencias, Erduran y Jiménez-Aleixandre (2007b:5) las califican de “potenciales”. Hay avances en investigación en didáctica de las ciencias que confirmarían los aportes de esta habilidad de pensamiento en ámbitos como: (i) educación multicultural (Archila, 2014a; Atwater *et al.*, 2014; Rigotti y Greco Morasso, 2009), (ii) educación bilingüe (Aragón, 2007; Archila, 2013; Lyon *et al.*, 2012), (iii) pensamiento crítico (Buty y Plantin, 2008b; Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007b; Jiménez-Aleixandre y Puig, 2012), (iv) historia de las ciencias (Adúriz-Bravo, 2014; Archila, 2014b; de Hosson, 2011), (v) formación de profesores (Archila, 2014cdef; Erduran *et al.*, 2006; Stipcich *et al.*, 2006), y la que se trata en este estudio, (vi) alfabetización científica (Archila, 2014ag; Cavagnetto y Hand, 2012; Yerrick *et al.*, 2012). Esta variedad de ámbitos se constituye en un claro y documentado ejemplo de los esfuerzos por fomentar la argumentación de los estudiantes desde diferentes frentes.

Esta investigación busca ser un aporte a dichos esfuerzos, para ello se concibe la argumentación como una habilidad cognitivo-lingüística, es decir: “producir razones o argumentos, establecer relaciones entre ellos y examinar su aceptabilidad con el fin de modificar el valor epistémico de la tesis desde el punto de vista del destinatario” (Jorba *et al.*, 2000:40). Esta puede ser promovida mediante la producción de textos argumentativos y narrativos (Jorba *et al.*, 2000).

Tras fundamentar la argumentación como una vía (entre otras) para el fomento de la AC, Jorba *et al.* (2000) sugieren a los textos narrativos y argumentativos como aquellos que propician la habilidad cognitivo-lingüística de la argumentación (Figura 1). En general, para los propósitos de esta investigación se ha optado por el texto narrativo (escrito) y en particular se emplea la narrativa del cuento (Bremond, 1973).

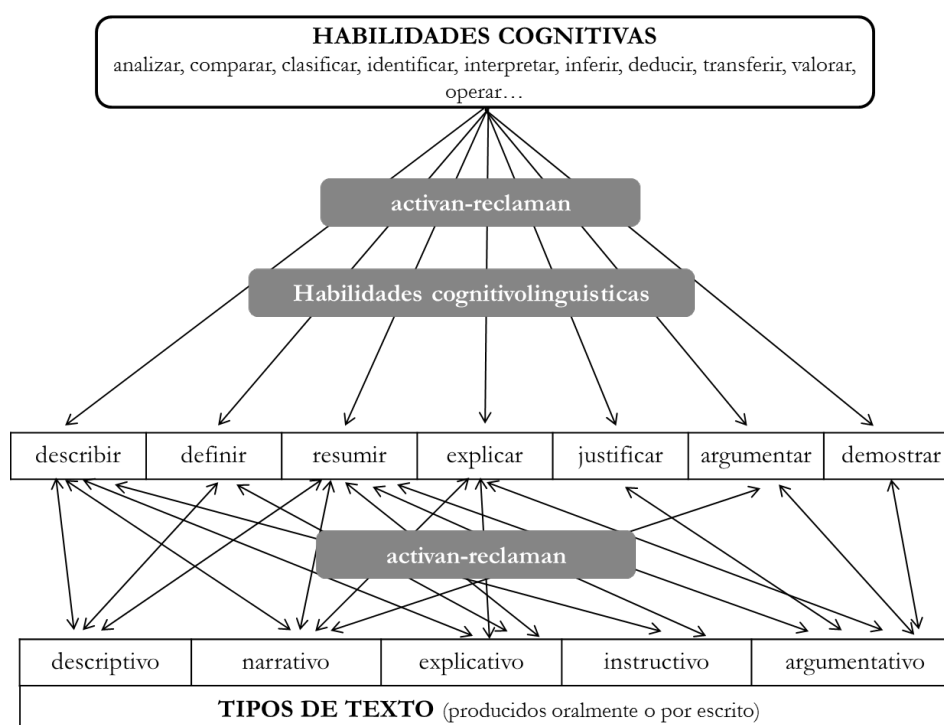


Figura 1. Relaciones entre habilidades cognitivas, habilidades cognitivo-lingüísticas y tipología textual (Jorba *et al.*, 2000:32)

En esta investigación se sitúa la escritura espontánea de cuentos sobre las ciencias como un aporte al estudio de las *prácticas argumentativas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. En tal sentido, la comunidad de investigación en didáctica de las ciencias ha efectuado avances consistentes en torno a las cualidades de la argumentación que se espera de los estudiantes cuando construyen aprendizajes en el campo de las ciencias de la naturaleza, esto es: (i) que empleen de manera racional y razonable (Plantín, 2009; Szu y Osborne, 2012) datos (Archila, 2014c; Rigotti y Greco Morasso, 2009), (ii) hechos (Aragón, 2007; McDonald y Kelly, 2012), (iii) evalúen las pruebas en la construcción de posturas críticas (Corner, 2012; Jiménez-Aleixandre y Puig, 2012) y articulen los tres elementos mencionados para interactuar (Baker, 2012; Kolstø y Ratcliffe, 2007) y dar a conocer sus puntos de vista (Eastwood *et al.*, 2011; Puig y Jiménez-Aleixandre, 2011; Wong *et al.*, 2011).

El rol del profesor en el fomento de dichas cualidades es determinante, en el entendido que es la persona que propicia y media la generación de escenarios argumentativos en clase de ciencias (Zohar, 2007). No obstante, la argumentación escrita y espontánea aún es una problemática a ser explorada (Archila, 2014g; Hand y Prain, 2012; Levin y Wagner, 2006), pues hallazgos en esta dirección favorecerían la comprensión de las habilidades cognitivo-lingüísticas (Jorba *et al.*, 2000) que emplean los estudiantes cuando se comunican de modo escrito, en el campo de la ciencia escolar, lo cual resultaría un punto de partida (entre otros) para potenciar sus habilidades argumentativas.

¿Por qué referirse a los conectores y al vocabulario en la argumentación en ciencias?

En el libro “El hacer argumentativo”, Plantín y Muñoz (2011) destinan dos capítulos, de los seis que conforman esta obra, para referirse al lugar del vocabulario y los conectores en la elaboración de textos argumentativos. Similar importancia otorga Miller (1998:205), al mencionar que el manejo del “vocabulario de constructos científicos básicos” debe ser una de

las dimensiones a considerar en la promoción de la AC. A su vez, Archila (2014g) sugiere que el vocabulario empleado por un sujeto, es uno de los múltiples elementos que podría indicar su comprensión sobre las ciencias. Esta investigación se interesa por el estudio del vocabulario científico que manifiestan espontáneamente cuatro estudiantes y para ello se asume que:

El lenguaje científico no es algo abstracto, impersonal, un modo indiscutible de pensar y comunicarse acerca de los acontecimientos del mundo natural; por el contrario se trata de un lenguaje que emana del trabajo de un grupo social particular... no es solo que los estudiantes necesiten utilizar el lenguaje científico cuando se comunican sino que sean conscientes de que estos conceptos forman parte de un discurso social. (Quicke y Winter, 1994:436)

Respecto al lugar de los conectores en la argumentación escrita, este no resulta un asunto menor, si se considera que son “palabras de enlace y de orientación, que articulan las informaciones y la argumentación de un texto” (Plantín y Muñoz, 2011:52). El análisis de los conectores de un texto ofrece la posibilidad de potenciar la comprensión de los textos elaborados por otros así como enriquecer el proceso de construcción (Plantín y Muñoz, 2011). Estos autores sugieren cuatro tipos de conectores, a saber:

- *Conjunciones de coordinación*: ahora bien, entonces, ni, o (u), pero, pues.
- *Conjunciones de subordinación*: aunque, cuando, porque, puesto que (ya que), si bien.
- *Adverbios conjuntivos*: a continuación, después, en primer lugar, por último, primeramente. Enumerativos: a propósito, a pesar de todo, así, aun cuando, efectivamente, en cambio, en efecto, en otras palabras, en realidad, en suma, en todo caso, de hecho, decididamente, de todos modos, dicho de otro modo, en resumen, es decir, no obstante, por cierto, por el contrario, por otra parte, por otro lado, precisamente, sin embargo.
- *Prefijos matrices de frases*: la realidad es que..., lo cierto es que...

Los tipos de conectores mencionados fueron utilizados en el tratamiento de los datos y como referente en los análisis de los cuentos escritos por cuatro estudiantes. En tal sentido, se considera que un mismo conector puede ser útil para diversas funciones pragmáticas y semánticas (Plantín y Muñoz, 2011).

Metodología

Acerca de la toma y el tratamiento de los datos

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, esta investigación propone el estudio de los conectores y el vocabulario dentro de los elementos, entre otros, a considerar para el fomento de la AC a través de la argumentación escrita como parte del lenguaje científico. Ello se traduce en un aporte que responde a las necesidades de investigación en argumentación escrita y provee insumos de reflexión a considerar en investigaciones posteriores. Los datos para la realización de este estudio son: el vocabulario y los conectores que emplean cuatro estudiantes (entre 9 y 16 años de edad) cuando escriben espontáneamente un cuento (Bremond, 1973) en el campo de las ciencias de la naturaleza.

Los cuatro cuentos fueron tomados de un grupo de 545 escritos provistos por el programa CREA CIENCIA: EL CUENTO DE LA CIENCIAS®, auspiciado por el Instituto Superior de Pedagogía de la Universidad Autónoma de Colombia. En esta iniciativa 1145 estudiantes (entre 8 y 18 años de edad) de Colombia se registraron en la plataforma

creaciencia.fuac.edu.co para manifestar su interés en escribir espontáneamente un cuento en el ámbito de las ciencias de la naturaleza. De los 1145 estudiantes, 545 remitieron su escrito final.

Este trabajo toma como base la exploración realizada por Kelly *et al.* (2007), quienes analizaron la argumentación en los escritos de cuatro estudiantes universitarios. En esta investigación se realizó un estudio de casos (Merriam, 1990; Yin, 1994) bajo una selección intencionada que obedeció a ubicar cuatro estudiantes que cumplieran con los siguientes parámetros: (i) edad (ii) grado de escolaridad, (iii) extensión del escrito (8-14 años, hasta 500 palabras; 15-18 años, hasta 1500 palabras), (iv) texto narrativo (cuento) y (v) uso explícito de las ciencias de la naturaleza. La elección de una muestra de tan solo cuatro estudiantes, responde al propósito de explorar la viabilidad de un estudio posterior que examine la totalidad (545) de escritos.

En la Tabla 1 se presentan algunas características de los cuatro estudiantes, autores de los textos narrativos que se abordan en este estudio. Sus edades se encuentran entre los 9 y 16 años, con lo cual se puede dimensionar el grado de escolaridad (en Colombia el grado 11 es el último antes de acceder a la educación superior). Es importante señalar que en la selección de los cuatro textos no se consideró un tema (problemática) particular de las ciencias de la naturaleza.

Tabla 1. Casos seleccionados*

Características	Caso			
	Ángela	Marcelo	Víctor	Reina
Edad	9	12	15	16
Grado	4	7	9	10
Título del cuento	Eliza y la máquina del tiempo	El mundo sin agua	La gran guerra química y su inesperado final	El núcleo de la vida y la muerte
Palabras	234	345	838	485

*Los nombres han sido modificados

Luego de seleccionar los cuatro textos, el tratamiento de los datos constó de tres fases, a saber:

- Identificación de los conectores empleados.
- Clasificación de los conectores en *Conjunciones de coordinación*, *Conjunciones de subordinación*, *Adverbios conjuntivos* y *Prefijos matrices de frases* (Plantín y Muñoz, 2011).
- Identificación y caracterización del vocabulario utilizado en la escritura de cuentos y su relación con las ciencias de la naturaleza. En esta fase se asume el vocabulario como una herramienta lingüística de enlace entre la argumentación escrita y la AC. En los resultados se presentan las categorías emergentes que harían posible dicho vínculo.

En el tratamiento se encontró que ningún caso empleó *Prefijos matrices de frases* (Plantín y Muñoz, 2011). Dada esta condición, los análisis se centran en *Conjunciones de coordinación*, *Conjunciones de subordinación* y *Adverbios conjuntivos*.

Resultados y análisis

Los resultados y análisis están divididos en dos secciones, la primera concierne al empleo de conectores, este apartado pretende explorar el modo en que los estudiantes articulan sus ideas. En la segunda sección se aborda el vocabulario científico que los estudiantes usaron espontáneamente.

Acerca del uso espontáneo de conectores

En la escritura espontánea de cuentos de las ciencias de la naturaleza, Ángela empleó conectores en 8 ocasiones, Marcelo 12, Víctor 31 y Reina 16, para un total de 67 (Tabla 2). El uso espontáneo de conectores desvela un uso habitual de este tipo de herramientas lingüísticas en los cuatro sujetos, de este modo se amplía la confirmación de Corson (1984) en relación al vocabulario científico espontáneo. No obstante, los resultados indican que Ángela y Marcelo recurren en exceso a Conjunciones de coordinación (6 de 8) y Conjunciones de subordinación (9 de 12), respectivamente (Tabla 2). Esta situación, desde una postura didáctica, representa un punto de partida sustancial para potenciar la argumentación escrita si se considera que según los resultados, los cuatro casos no manifiestan una amplia variedad de conectores, es decir usan excesivamente el mismo conector, lo cual afecta el nivel argumentativo (Plantín y Munoz, 2011). El escrito de Víctor demuestra dicho exceso luego de determinarse la repetición de las palabras “pero” (11 veces) y “así” (8 veces), se hace notoria la diferencia con los conectores “aunque”, “después”, “por el contrario” y “por otro lado” que fueron empleados una vez cada uno. En el texto de Marcelo también se evidenció el asunto anterior, allí se identificó el uso de la palabra “cuando” en 8 de las 12 ocasiones que él utiliza conectores (Tabla 2). El siguiente extracto del cuento de Marcelo ofrece una imagen de la recurrencia señalada:

... siguió botándola, *cuando* su mamá lo volvió a ver botando el agua le dijo que lo iba a castigar dejándolo unos días sin tomar ni una sola gota de agua. *Cuando* pasaron los días de su castigo el niño no podía resistir jugar con agua y con sus amigos; *cuando* el niño termino...

Tabla 2. Empleo espontaneo de conectores en los cuatro textos.

Conectores	Ángela	Marcelo	Víctor	Reina	<i>n</i>	Porcentaje
Entonces	3	-	2	2	7	11
Pero	2	1	11	4	18	27
Pues	1	-	2	-	3	5
<i>Total Conjunciones de coordinación</i>	<i>6</i>	<i>1</i>	<i>15</i>	<i>6</i>	<i>28</i>	<i>43</i>
Aunque	-	-	1	-	1	1
Cuando	-	8	2	4	14	21
Porque	-	1	-	1	2	3
Ya que	-	-	2	-	2	3
<i>Total Conjunciones de subordinación</i>	<i>-</i>	<i>9</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>19</i>	<i>28</i>
A pesar de	-	1	-	-	1	1
Así	2	-	8	3	13	19
Después	-	-	1	2	3	5
Por el contrario	-	-	1	-	1	1
Por otro lado	-	-	1	-	1	1
Sin embargo	-	1	-	-	1	1
<i>Total Adverbios conjuntivos</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>11</i>	<i>5</i>	<i>20</i>	<i>29</i>
Total	8	12	31	16	N= 67	100

El uso limitado de diversos conectores podría entenderse como un primer indicio de fundamento hacia la necesidad de continuar con estudios similares que contemplen un mayor número de escritos y en diferentes contextos educativos. Incluso, de obtenerse resultados semejantes en otras comunidades de aprendizaje, es claro que el rol del profesor es imperativo

para partir de los conectores espontáneos de los estudiantes hacia su empleo reflexivo, esto es, propiciar espacios de escritura (sobre las ciencias) en clase de ciencias. Práctica que, como se ha afirmado, no es frecuente en la educación en ciencias (Cervetti *et al.*, 2012).

En este punto de los análisis es prudente formular el siguiente cuestionamiento: ¿En que beneficia un adecuado y variado empleo de conectores a la argumentación (escrita) en ciencia escolar? Para orientar esta pregunta los hallazgos de esta investigación, por tratarse de un estudio de casos, están acompañados de ciertas restricciones en tanto no es posible hacer generalizaciones. Anunciada esta salvedad, los resultados de este estudio permiten referirse a tres situaciones, las cuales ofrecen una dimensión (a ser explorada por estudios posteriores) de los beneficios de un uso deseable y múltiple de conectores en la argumentación escrita en el campo de la ciencia escolar.

La primera situación ilustra lo que ocurre cuando no se emplean Conjunciones de subordinación, lo cual se identificó en el caso de Ángela, a continuación se expone un segmento de su escrito:

...Un día la maquina se averió en Egipto y no la podían arreglar solas, *entonces* un buen y viejo amigo les ayudó y volvieron a casa. *Pero* al llegar a casa se llevaron una gran sorpresa *pues* estaban clonadas y hicieron todo lo posible, y lo lograron la mamá de [...] estaba furiosa y igual que la de [...] *así* que ellas le tuvieron que decir de la máquina del tiempo...

Este extracto demuestra que la estudiante, con nueve años de edad, utilizó Conjunciones de coordinación (*entonces*, *pero*, *pues*) y el Adverbios conjuntivo “*así*”, información confirmada en la Tabla 2. Bajo esta prueba, no emplear Conjunciones de subordinación afecta la comunicación que el sujeto quiere brindar por cuanto se restringe la articulación entre ideas como parte de la argumentación escrita. Igualmente, el segmento muestra faltas que serían comunes para la edad de Ángela, como “y hicieron” en lugar de “e hicieron” y “y igual” en lugar de “e igual”. Dichas faltas dan cuenta del momento de formación escritural de la estudiante.

En relación al caso de Ángela, es importante indicar que no se trata de hacer de la clase de ciencias una cátedra de perfeccionamiento en el uso de reglas gramaticales, por el contrario, un lugar de reflexión a propósito del lenguaje de las ciencias como una forma de comunicación que no sea ajena a la realidad inmediata de los estudiantes, luego una AC deseable deberá posibilitar que los estudiantes construyan cosmovisiones de las ciencias dentro de una perspectiva humana que reconozca el intercambio de opiniones escritas entre científicos –y no científicos-, producidas por discusiones y polémicas (Stipcich *et al.*, 2006), como un acto habitual en el progreso de las ciencias; donde la articulación de ideas, conceptos y concepciones es sustancial para favorecer la comprensión de modelos, teorías, leyes y demás constructos de las ciencias. Aunque la articulación de ideas no va por cuenta solo de los conectores, estos no deben ser asumidos como un tema minoritario toda vez que los resultados de este estudio son indicios (no generalizables) de una posible dificultad de los estudiantes en el momento de utilizar adecuadamente y de forma variada conectores en la argumentación escrita.

Como segunda situación, llama la atención que de los cuatro casos, Reina (16 años) es quien emplea equilibradamente los tres tipos de conectores, es decir no hace un uso excesivo de alguno con el descuido de otro. Esta situación demuestra una riqueza considerable en el manejo de conectores para dar a conocer sus ideas en relación a las ciencias de la naturaleza. En tal sentido, los resultados (Tabla 2) son una leve prueba para confirmar que efectivamente con el pasar de los grados escolares, los estudiantes incluyen en sus escritos Conjunciones de

coordinación, Conjunciones de subordinación y Adverbios conjuntivos, en proporciones cada vez más similares.

En el apartado que se presenta a continuación se resalta el empleo que realizó Reina de los tres conectores de modo armónico. Aquí se ilustra la utilidad de los conectores en la argumentación en un texto escrito para orientar y articular la información. Es decir, el empleo adecuado y diverso de conectores sería uno de los factores que determinaría el nivel argumentativo (Plantín y Muñoz, 2011), lo anterior generaría implicaciones a considerar en el campo de la argumentación en ciencia escolar.

...aumento sus poderes mucho más. *Después* [Adverbio conjuntivo] ellos dos se fusionaron y unieron fuerzas, la estatura y los poderes, y decidieron ponerse el nombre de HIOSCU y empezaron a comer más gente y a dañar el planeta tierra. *Pero* [Conjunción de coordinación] lo que ellos no sabían era que *cuando* [Conjunción de subordinación] ellos aumentaban su poder...

La tercera situación y el último aspecto a tratar en los análisis respecto al uso espontáneo de conectores, surge del porcentaje de empleo de los tres tipos de conectores utilizados por los cuatro sujetos. Los resultados (Tabla 2) permiten afirmar que las Conjunciones de coordinación fue el tipo de conector más empleado por los cuatro casos (43%), al tiempo que las Conjunciones de subordinación (28%) y los Adverbios conjuntivos (29%) reportaron un valor similar. El interés de esta información radica en que independientemente del tipo de conector utilizado, este deberá favorecer la orientación y articulación del texto, desde luego, cada uno cumple una función definida. En síntesis: es posible que se requiera fomentar el empleo diverso de conectores en la escritura en ciencia escolar, sumado a otros factores, posibilitaría que las argumentaciones que los estudiantes construyen cuenten con mayores elementos que promuevan la comprensión de sus posturas.

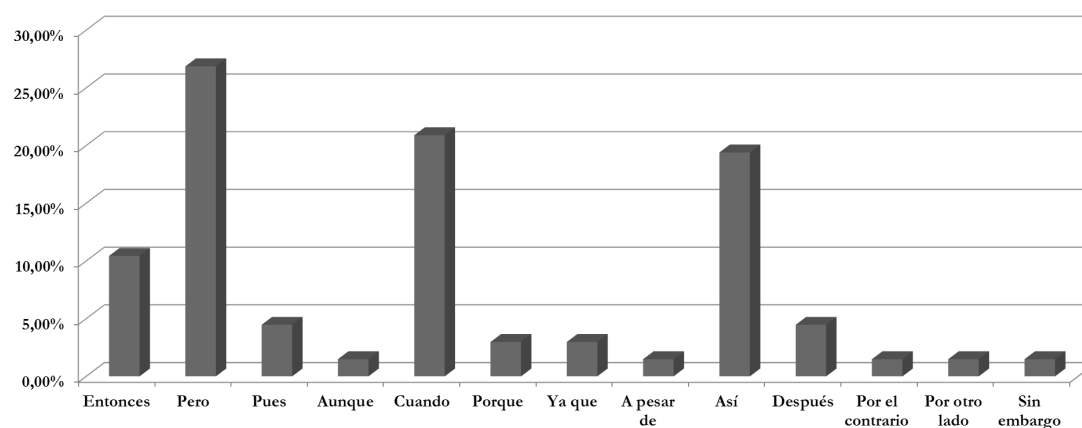


Figura 2. Porcentaje de conectores discriminados por tipo.

Los datos de porcentaje de conectores discriminados por tipo, que se muestran en la Tabla 2, conducen a la Figura 2 como representación de la panorámica que se encontró en los cuatro casos. Allí se hacen notorias las dificultades en la variedad de palabras que articulen la información que los cuatro estudiantes emplean en los escritos. Aquí se reitera un empleo desproporcionado de los conectores “pero” (27%), “cuando” (21%) y “así” (19%) que corresponden a Conjunciones de coordinación, Conjunciones de subordinación y Adverbios conjuntivos, respectivamente. Estos resultados confirman las afirmaciones de Plantín y Muñoz (2011) sobre las dificultades de los estudiantes para emplear adecuadamente y de modo variado conectores en la argumentación escrita.

Acerca del vocabulario espontáneo

Del tratamiento de los datos emergieron las siguientes seis categorías relacionadas con el uso del vocabulario: (i) datos cualitativos, (ii) datos cuantitativos, (iii) ciencia ficción, (iv) instrumentos y equipos, (v) personas que trabajan en las ciencias de la naturaleza y (vi) términos científicos. En la Tabla 3 se da a conocer el empleo que cada caso hizo del vocabulario identificado.

Tabla 3. Empleo espontaneo de vocabulario en los cuatro textos.

Vocabulario	Ángela	Marcelo	Víctor	Reina	<i>n</i>	Porcentaje
Datos cualitativos	-	-	-	7	7	6
Datos cuantitativos	-	2	5	7	14	13
Ciencia ficción	4	1	-	6	11	10
Instrumentos y equipos	-	3	13	-	16	14
Personas que trabajan en ciencias	1	-	3	-	4	4
Términos científicos	1	-	45	12	58	53
Total					N= 110	100

La argumentación en ciencia escolar requiere del empleo de datos (cuantitativos y/o cualitativos), los cuales se espera sean articulados por los estudiantes a las posturas que ellos mismos manifiestan (Archila, 2014c; Buty y Plantin, 2008b; Rigotti y Greco Morasso, 2009). Al respecto, solo Ángela (9 años) no incluye ningún tipo de dato en el cuento. Por el contrario Reina (16 años) es la única que emplea los dos tipos de datos (Tabla 3). Este análisis constituye un indicio (aún inicial) sobre la relación que existe entre edad, grado escolar y nivel argumentativo de los estudiantes.

Los resultados de Marcelo, Víctor y Reina amplían el estudio de Kelly *et al.* (2007), quienes exploraron la argumentación en los textos elaborados por cuatro estudiantes de una universidad en California, para la promoción de una “Ciudadanía científicamente alfabetizada” (Kelly *et al.*, 2007:144). Estos autores determinaron que los cuatro casos empleaban datos como soporte de sus posturas cuando el profesor les brindaba las herramientas necesarias. En el estudio de Sandoval y Millwood (2005) también se solicitó a los estudiantes usar datos. En el caso de Marcelo, Víctor y Reina, ellos emplearon datos espontáneamente lo que se traduce en una potencialidad. Posteriormente el profesor podría fomentar espacios de escritura en clase de ciencias donde los estudiante reflexionen en torno a la evaluación y crítica de datos (pruebas) que deviene trascendental en la AC conducente a la emancipación (Jiménez-Aleixandre y Puig, 2012).

Paralelamente a lo señalado, las categorías *datos cuantitativos* (Marcelo, 2; Víctor, 5; Reina, 7), *términos científicos* (Ángela, 1; Víctor, 45; Reina, 12) y *ciencia ficción* (Ángela, 4; Marcelo, 1; Reina, 6) contaron con mayor incidencia, ya que fueron manifestadas por tres de los cuatro casos. La utilización espontánea de las tres categorías indicadas, corrobora a los textos narrativos (Jorba *et al.*, 2000) dentro del tipo de escritos que se puede incorporar en clase de ciencias a fin de enriquecer el nivel argumentativo de los estudiantes. Por tratarse de un cuento en el ámbito de las ciencias, era predecible que la *ciencia ficción* tomara un lugar en los textos para hacer evidente la creatividad de los estudiantes quienes encuentran en este tipo de escritos oportunidades de exploración de la creatividad y la imaginación (Archila, 2014g; Levin y Wagner, 2006). Lo anterior anima a atender la necesidad de fomentar la construcción de aprendizajes sustanciales mediante la incorporación de la escritura de diversidad de textos y con múltiples propósitos en la educación en ciencias (Levin y Wagner citados en Hand y Prain, 2012).

Acerca de la categoría empleada por la minoría de los cuatro sujetos, se encontró que se trata de *datos cualitativos* (pruebas expresadas en cualidades), manifestada por Reina (7 ocasiones), ello sugeriría que esta categoría requiere de un dominio sustancial de las cualidades de un fenómeno. Por otro lado, la categoría *datos cuantitativos* (13%) comparada con *datos cualitativos* (6%), presentó un mayor uso (Tabla 3). Esta situación hace evidente las dificultades de los estudiantes para manifestar las cualidades de los hechos relacionados con las ciencias de la naturaleza que relatan en sus escritos. En el siguiente extracto del texto de Reina se señala el uso de *datos cuantitativos y cualitativos*.

...Al cabo de *ocho horas* [dato cuantitativo] habían fabricado un *potente* [dato cualitativo] contenedor de sales, el cual se tenía planeado que cubriera los gases, su última oportunidad de vida estaba a punto de ponerse a prueba, el escudo era tan potente que necesito *tres sales* [dato cuantitativo] distintas...

En este aparte se observa la posible utilidad que tendería el uso espontáneo de datos en la construcción de textos argumentativos que den cuenta de las comprensiones elaboradas por los estudiantes. Además del estudio de Levin y Wagner (2006), en relación a las metáforas espontáneas manifestada en textos escritos en clase de ciencias por un grupo de estudiantes de grado octavo en Israel. Los resultados (Tabla 3) permiten afirmar que cuatro estudiantes de *edades y grados escolares* diferentes incrementan el empleo espontáneo de pruebas (datos) en la elaboración de un texto narrativo de acuerdo al incremento de estas dos variables. Con el propósito de confirmar o refutar dicha afirmación, estudios similares que involucren un número mayor de estudiantes, resultan convenientes.

En último lugar, los análisis de este estudio se dedican a la categoría de los *términos científicos* utilizada en un 53% (Tabla 3). El extracto del texto escrito por Víctor que se presenta a continuación es una prueba que eventualmente ayudaría a confirmar que el empleo del vocabulario científico (en este caso espontáneo) podría ser útil para la educación en ciencias, toda vez que al parecer indicaría (entre otros elementos a considerar) el grado de comprensión de los estudiantes (Cervetti *et al.*, 2012).

...gracias a unos *gases* estos dos bandos lograron ser uno solo, con más cualidades y mejores *análisis químicos*, descubrieron nuevos *elementos* y nuevos *compuestos*...

En este aparte se expone cómo el uso de *términos científicos* le otorga al escrito de Víctor ciertas características del ámbito de las ciencias de la naturaleza. Lo anterior coincide con la propuesta de Jorba *et al.* (2000) hacia el posicionamiento de textos narrativos dentro del insumo de escritos que fomentan habilidades cognitivo-lingüísticas, la AC (Archila, 2014g; Osborne *et al.*, 2004; Yerrick *et al.*, 2012) y que se podrían involucrar en las prácticas escolares en ciencias.

Conclusiones e implicaciones educativas

El estudio de casos que se trata en esta investigación se postula como un aporte a considerar, con moderación, en la vía de los planteamientos de Kelly *et al.* (2007), Takao y Kelly (2003) y Yerrick *et al.* (2012), acerca de las relaciones del empleo espontáneo de conectores y vocabulario científico en la argumentación escrita para el fomento de la AC. Los estudiantes que formaron parte de esta investigación tuvieron la oportunidad de argumentar espontáneamente a través de la elaboración de textos narrativos. Esta situación reafirma la posición de Jorba *et al.* (2000), en relación a las potencialidades de este tipo de textos en la educación en ciencias.

El tipo de conectores manifestado espontáneamente por cuatro estudiantes (9-16 años), en la elaboración de textos narrativos, corresponde a Conjunciones de coordinación, Conjunciones de subordinación y Adverbios conjuntivos. En esta investigación se confirmaron los hallazgos

de Plantin y Muñoz (2011) sobre las dificultades de los estudiantes para utilizar conectores de manera adecuada y variada. Efectivamente estos obstáculos afectan el nivel argumentativo de los escritos.

Respecto al vocabulario declarado espontáneamente por cuatro estudiantes, en general se identificaron seis categorías (*datos cualitativos, datos cuantitativos, ciencia ficción, instrumentos y equipos, personas que trabajan en las ciencias de la naturaleza y términos científicos*). En particular, la argumentación escrita suscita reflexiones sobre la calidad de los datos que utilizan los estudiantes (Sandoval y Millwood, 2005), de ser explícitamente fomentadas en las prácticas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Archila, 2014cd; Hand y Prain, 2012), posiblemente potencien el nivel argumentativo de los estudiantes. En tal sentido, esta investigación ofrece ciertas pruebas iniciales que podrían ser ampliadas en un estudio posterior bajo las preguntas: (i) ¿Cuáles son los conectores y el vocabulario relacionado con las ciencias que emplean espontáneamente los estudiantes? y (ii) ¿Cuáles son sus implicaciones en la argumentación escrita?

Los resultados apoyan la propuesta construida por Levin y Wagner (2006) de situar los escritos espontáneos como una oportunidad de aprendizaje de las ciencias. Conocer los conectores y el vocabulario científico, que los estudiantes manifiestan espontáneamente, podría ser un elemento a involucrar en el diseño de prácticas escolares que propicien la escritura como parte de un conjunto de estrategias de AC, pues significa reconocer y atender las necesidades de aprendizaje. Esto implica que el profesor tome como punto de partida dichas manifestaciones espontáneas y las enriquezca hacia el discernimiento de la función articuladora y orientadora que cumplen los conectores, así como la evaluación (Jiménez-Aleixandre y Puig, 2012) y crítica (Kelly *et al.*, 2007) de los datos que se emplean como prueba en la escritura argumentativa.

Finalmente, esta investigación corrobora el carácter imperativo de hacer de la escritura en ciencias un elemento relevante de las prácticas educativas, con lo cual el lugar del profesor es sustancial para propiciar múltiples escenarios de escritura, que demanden la argumentación de los estudiantes como vía (entre otras) hacia a la promoción de la AC (Hand y Prain, 2012; Levin y Wagner, 2006; Ritchie *et al.*, 2011). Sin duda, investigaciones con más sujetos y situadas en diversos contextos resultan oportunas para confirmar o refutar los indicios iniciales que arroja este estudio de casos.

Agradecimientos

El autor agradece al Instituto Superior de Pedagogía de la Universidad Autónoma de Colombia por el apoyo humano y financiero a esta investigación enmarcada en el proyecto Cosmología.

Referencias bibliográficas

- Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, M. F., y Manassero, M. A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121-140.
- Adúriz-Bravo, A. (2014). Revisiting school scientific argumentation from the perspective of the history and philosophy of science. En M. R. Matthews (Ed.). *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 1443-1472). Dordrecht: Springer.

- Aragón, M. M. (2007). Las ciencias experimentales y la enseñanza bilingüe. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 152-175.
- Archila, P. A. (2012). La investigación en argumentación y sus implicaciones en la formación inicial de profesores de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(3), 361-375.
- Archila, P. A. (2013). La Argumentación y sus aportes a la enseñanza bilingüe de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 406-423.
- Archila, P. A. (2014a). Argumentación y educación en ciencias: vínculos con la alfabetización y la cultura científica. En A. Molina (Ed.). *Enseñanza de las ciencias y cultura: múltiples aproximaciones* (pp. 103-121). Bogotá: Ediciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Archila, P. A. (2014b). La argumentación en la formación de profesores de química: relaciones con la comprensión de la historia de la química. *Revista Científica*, 18, 50-66.
- Archila, P. A. (2014c). *Comment enseigner et apprendre chimie par l'argumentation?* Saarbrücken: Éditions Universitaires Européennes.
- Archila, P. A. (2014d). Are science teachers prepared to promote argumentation? A case study with pre-service teachers in Bogotá city. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching Journal*, 15(1), 1-21.
- Archila, P. A. (2014e). Argumentation in chemistry teacher education: past, present and future opportunities. *Revista Científica Vozes dos Vales*, 6, 1-12.
- Archila, P. A. (2014f). La argumentación de profesores de química en formación inicial (práctica profesional docente II): un estudio de caso en Colombia. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 705-706.
- Archila, P. A. (2014g, Octubre). Caracterización del contenido formal y científico en la escritura de cuentos: relaciones con la argumentación en ciencias. En memorias II *Seminario Internacional de Enseñanza de las Ciencias*. Vigo, España.
- Atwater, M. M., Russell, M. L., y Butler, M. B. (2014). *Multicultural science education. Preparing teachers for equity and social justice*. Dordrecht: Springer.
- Baker, M. (2009). Argumentative interactions and the social construction of knowledge. En N. Muller., y A.-N. Perret-Clermont (Eds.), *Argumentation and education: theoretical foundations and practices* (pp. 127-144). New York: Springer.
- Bauer, M. W. (2015). Science literacy and beyond. *Public Understanding of Science*, 24(3), 258-259.
- Bremond, C. (1973). *Logique du récit*. Paris: Seuil.
- Buty, C., y Plantin, C. (2008a). *Argumenter en classe de sciences. Du débat à l'apprentissage*. Paris: Institut national de recherche pédagogique.
- Buty, C., y Plantin, C. (2008b). L'argumentation à l'épreuve de l'enseignement des sciences et vice-versa. En C. Buty, y C. Plantin (Eds.), *Argumenter en classe de sciences. Du débat à l'apprentissage* (pp. 17-42). Paris: Institut national de recherche pédagogique.
- Cavagnetto, A., y Hand, B. (2012). The importance of embedding argument within science classrooms. En M. S. Khine (Ed.). *Perspectives on scientific argumentation: theory, practice and research* (pp. 39-53). Dordrecht: Springer.
- Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 243-254.

- Cervetti, G., Barber, J., R. Dorph, Pearson, P. D., y Goldschmidt, P. G. (2012). The impact of an integrated approach to science and literacy in elementary school classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(5), 631-658.
- Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, 22, 89-100.
- Corner, A. (2012). Evaluating arguments about climate change. En M. S. Khine. (Ed.) *Perspectives on scientific argumentation: theory, practice and research* (pp. 201-220). Dordrecht: Springer.
- Corson, D. (1984). The lexical bar: lexical change from 12 to 15 years measured by social class, region and ethnicity. *British Educational Research Journal*, 10(2), 115-133.
- DeBoer, G. E. (1991). *A history of ideas in science education*. New York: Teachers College Press.
- de Hosson, C. (2011). Una controversia histórica al servicio de una situación de aprendizaje: una reconstrucción didáctica basada en diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo de Galileo. *Enseñanza de las ciencias*, 29(1), 115-126.
- Désautels, J., y Larochelle, M. (2003). Educación científica: el regreso del ciudadano y de la ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 3-20.
- Durant, J. R. (1993). What is scientific literacy? En J. R. Durant., y J. Gregory (Eds.), *Science and culture in Europe* (pp. 129-137). London: Science Museum.
- Eastwood, J. L., Schlegel, W. M., y Cook, K. L. (2011). Effects of an interdisciplinary program on students' reasoning with socioscientific issues and perceptions of their learning experiences. En T. D. Sadler (Ed.). *Socio-scientific issues in the classroom. Teaching, learning and research* (pp. 89-126). New York: Springer.
- Erduran, S., Ardac, D., y Yakmaci-Guzel, B. (2006). Learning to teach argumentation: case studies of preservice secondary science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2), 1-14.
- Erduran, S., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (Ed.) (2007a). *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. New York: Springer.
- Erduran, S., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007b). Argumentation in science education: an overview. En S. Erduran., y M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research* (pp. 3-27). New York: Springer.
- Garmendia, M., y Guisasola, J. (2015). Alfabetización científica en contextos escolares: el Proyecto Zientzia Live!. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 294-310.
- Halliday, M. A. K., y Martin, J. R. (1993). *Writing science: literacy and discursive power*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Hand, B. (2007). *Science inquiry, argument and language: a case for the science writing heuristic*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Hand, B., y Prain, V. (2012). Writing as a learning tool in science: lessons learnt and future agendas. En B. J. Fraser., K.G. Tobin., y C.J. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 1375-1384). Dordrecht: Springer.
- Heitmann, P., Hecht, M., Schwanewedel, J., y Schipolowski, S. (2014). Students' argumentative writing skills in science and first-language education: commonalities and differences. *International Journal of Science Education*, 36(18), 3148-3170.

- Holbrook, J., y Rannikmae, M. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347-1362.
- Hurd, P. DeH. (1958). Science literacy: its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16, 13-16, 52.
- Jenkins, E. W. (1994). Scientific literacy. En T. Husen., y T. N. Postlethwaite (Eds.), *The international encyclopedia of education* (pp. 5345-5350). Oxford: Pergamon Press.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., y Puig, B. (2012). Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. En B. J. Fraser., K.G.Tobin., y C.J. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 1001-1015). Dordrecht: Springer.
- Jorba, J., Gómez, I., y Prat, A. (2000). *Uso de la lengua en situación de enseñanza aprendizaje desde las áreas curriculares*. Madrid: Síntesis.
- Kelly, G., Regev, J., y Prothero, W. (2007). Analysis of lines of reasoning in written argumentation. En S. Erduran., y M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research* (pp. 137-158). New York: Springer.
- Khine, M. S. (Ed.). (2012). *Perspectives on scientific argumentation: theory, practice and research*. Dordrecht: Springer.
- Kolstø, S. D., y Ratcliffe, M. (2007). Social Aspects of Argumentation. En S. Erduran., y M. P. Jiménez-Aleixandre. (Eds.) *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research* (pp. 117-136). New York: Springer.
- Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review*, 62(2), 155-178.
- Laugksch, R. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- Lee, M. H., Wu, Y. T., y Tsai, C.-C. (2009). Research trends in science education from 2003 to 2007: a content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 31(15), 1999-2020.
- Levin, T., y Wagner, T. (2006). In their own words: understanding student conceptions of writing through their spontaneous metaphors in the science classroom. *Instructional Science*, 34(3), 227-278.
- Lin, T.-C., Lin, T.-J., y Tsai, C.-C. (2014). Research trends in science education from 2008 to 2012: a systematic content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 36(8), 1346-1372.
- Lyon, E. G., Bunch, G. C., y Shaw, J. M. (2012). Navigating the language demands of an inquiry-based science performance assessment: classroom challenges and opportunities for English learners. *Science Education*, 96(4), 631-651.
- Mayer, V. J. (2002). *Global science literacy*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- McDonald, S. P., y Kelly, G. J. (2012). Beyond argumentation: sense-making discourse in the science classroom. En M. S. Khine (Ed.), *Perspectives on scientific argumentation: theory, practice and research* (pp. 265-282). Dordrecht: Springer.
- Merriam, S. (1990). *Case study research in education. A qualitative approach*. London: Oxford University Press.
- Miller, J. D. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7(3), 203-223.

- Molina, A., El-Hani, C. N., y Sánchez Arteaga, J. (2014). Enseñanza de las ciencias y cultura: múltiples aproximaciones. En A. Molina (Ed.), *Enseñanza de las ciencias y cultura: múltiples aproximaciones* (pp. 19-37). Bogotá: Fondo de publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Muller, N., y Perret-Clermont, A. N. (2009). *Argumentation and education: theoretical foundations and practices*. New York: Springer.
- Newton, P., Driver, R., y Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.
- NGSS (2013). *Next generation science standards: For states by states*. Washington, DC: National Academies Press.
- Plantin, C. (2009). Critique de la parole: les fallacies dans le procès argumentatif. En V. Atayan., y D. Pirazzini (Eds.) *Argumentation : théorie, langue, discours* (pp. 51-70). Frankfurt : Peter Lang.
- Plantin, C., y Muñoz, N. I. (2011). *El hacer argumentativo*. Buenos Aires: Biblos.
- Puig, B., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2011). Different music to the same score: teaching about genes, environment, and human performances. En T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom. Teaching, learning and research* (pp. 201-238). New York: Springer.
- Quicke, J., y Winter, C. (1994). Teaching the language of learning: towards a metacognitive approach to pupil empowerment. *British Educational Research Journal*, 20(4) 429-445.
- Rigotti, E., y Greco Morasso, S. (2009). Argumentation as an object of interest and as a social and cultural resource. En N. Muller., y A.-N. Perret-Clermont (Eds.), *Argumentation and education: theoretical foundations and practices* (pp. 9-66). New York: Springer.
- Ritchie, S. M., Tomas, L., y Tones, M. (2011). Writing stories to enhance scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 33(5), 685-707.
- Roberts, D. A. (1983). *Scientific literacy. Towards a balance for setting goals for school science programs*. Ottawa: Minister of Supply and Services.
- Roberts, D. A. (2003). Scientific literacy: around and about the globe. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 3, 287-292.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. En S. K. Abell., y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sandoval, W. A., y Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.
- Smith, K. V., Loughran, J., Berry, A., y Dimitrakopoulos, C. (2012). Developing scientific literacy in a primary school. *International Journal of Science Education*, 34(1), 127-152.
- Stipcich, M. S., Islas, M., y Domínguez, A. (2006). El lugar de la argumentación en la formación de profesores de ciencias. *Revista Chilena de Educación Científica*, 6(1), 67-74.
- Szu, E., y Osborne, J. (2012). Scientific reasoning and argumentation from a bayesian perspective. En M. S. Khine. (Ed.) *Perspectives on scientific argumentation: theory, practice and research* (pp. 55-72). Dordrecht: Springer.
- Takao, A. Y., y Kelly, G. J. (2003). Assessment of evidence in university students' scientific writing. *Science & Education*, 12(4), 341-363.

- Tsai, C.-C., y Wen, L. M. C. (2005). Research and trends in science education from 1998 to 2002: a content analysis of publication in selected journals. *International Journal of Science Education*, 27(1), 3-14.
- Tynjala, P., Mason, L., y Lonka, K. (2001). Writing as a learning tool: an introduction. En P. Tynjala., L. Mason., y K. Lonka (Eds.), *Studies in writing: vol. 7. Writing as a learning tool: integrating theory and practice* (pp. 7-22). Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Wong, S. L., Tal, T., y Sadler, T. D. (2011). Metalogue: using issues and participatory experiences to enhance student learning and interest. En T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific Issues in the Classroom. Teaching, learning and research* (pp. 39-44). New York: Springer.
- Yerrick, R. K., Liuzzo, A. M., y Brutt-Griffl, J. (2012). Building common language, experiences, and learning spaces with lower-track science students. En B. J. Fraser., K. Tobin., y C. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 1419-1434). Dordrecht: Springer.
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: design and methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Zohar, A. (2007). Science teacher education and professional development. En S. Erduran., y M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research* (pp. 245-268). New York: Springer.